

---

# **HERNEEN JA HÄRKÄPAVUN MURSKESÄILÖNTÄ**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Mustiala, kevät 2016

Johanna Okkonen



MUSTIALA  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Maatilatalous

---

<b>Tekijä</b>	Johanna Okkonen	<b>Vuosi</b> 2015
<b>Työn nimi</b>	Herneen ja härkäpavun murskesäilöntä	

---

## TIIVISTELMÄ

Suomen valkuaisomavaraisuus on alhainen, sillä kotieläintaloudessa käytetään paljon tuontivalkuaista. Suomen valkuaisomavaraisuutta voitaisiin lisätä viljelemällä enemmän valkuaiskasveja ja käyttämällä niitä kotieläinten ruokinnassa, korvaten tuontivalkuaista.

Herne ja härkäpapu ovat kotoisia valkuaiskasveja, jotka soveltuvat lypsylehmien ruokintaan. Niitä voidaan viljellä puitavaksi tai säilörehuksi. Puidun herneen ja härkäpavun säilöntä voi perustua joko kuivaukseen tai tuoresäilöntään, kuten murskesäilöntään. Mursketta voidaan käyttää lehmien ruokinnassa, etenkin seosruokintaan se soveltuu hyvin. Kuivaruokintajärjestelmässä kostea vilja saattaa aiheuttaa putkistossa tukkeentumista.

Työni teoriaosa koostuu herneen ja härkäpavun viljelytekniikoista sekä murskesäilönnästä. Lisäksi työssä seurattiin herneen ja härkäpavun kasvua, sadonkorjuuta ja murskesäilöntää Mustialassa kasvukaudella 2015.

Mustialassa viljeltiin hernetä ja härkäpapua puhtaina kasvustoina. Kasvien kehitys alkoi hyvin ottaen huomioon alkukesän sateiset ja koleat sääolot. Herne lakoontui heinä-elokuun vaihteessa pahoin. Lakoontumisen takia satotappiot olivat, noin 25–30%. Härkäpapu lakoontui paikoitellen, johtuen hetkellisestä rankkasateesta, mikä katkaisi kasvien varsia. Herneestä ja härkäpavusta saatiin hyvä sato, verrattuna keskimääräiseen valtakunnalliseen satotasoon. Mustialassa saatiin keskimäärin herneestä 2 300 kg/ha ja härkäpavusta 3 600 kg/ha.

Herne ja härkäpapu säilöttiin hapolla ja säilöntäaineena käytettiin AIV 2+. Annostelutaso oli 6 l/tonni. Murske säilöttiin katettuun laakasiiloon. Murskeen säilöminen onnistui hyvin.

Lisätietoa ja tutkimuksia tarvitaan vielä herneen ja härkäpavun murskesäilönnästä ja murskeen käytöstä nautojen ruokinnassa.

**Avainsanat** Herne, härkäpapu, murskesäilöntä, valkuainen, valkuaisomavaraisuus

**Sivut** 29 s. + liitteet 7 s.

Mustiala  
Degree Programme in Agricultural and Rural Industries  
Agriculture Option

---

<b>Author</b>	Johanna Okkonen	<b>Year</b> 2015
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Peas and fava beans harvested as high moisture grain	

---

## ABSTRACT

Protein self-sufficiency is low in Finland, because most protein feed. Finnish protein self-sufficiency could be increased by cultivating more protein crops and by using them as domestic animals feeding, replacing imported protein.

Pea (*Pisum sativum*) and fava bean (*Vicia faba L.*) are locally produced protein crops, which apply well as dairy cattle feeding. Both can be cultivated as threshed or silage. Threshed pea and fava bean preservation could be based on drying or fresh preservation, etc. high moisture grain. High moisture grain can be used in dairy cattle feeding, especially for mixed feeding it apply very well. In dry feeding system moist grain can affect blocking in the pipes.

The theoretical parts of my work consist of peas and fava beans growing techniques and also about high moisture grain. In the work I also followed pea and fava bean growth, threshing and high moisture graining in Mustiala during growing season 2015.

In Mustiala they cultivate pea and fava bean as clean populations. The germination of the plants started well despite the fact that the spring weather was rainy and cool. Peas flattened badly between July and August. Because of being lodged, harvest losses were about 25-30 %. Fava bean was flattened in places due to momentary heavy raining, which cut plants stem. Peas and fava beans harvest was very good, compared to average national harvest. Average harvest in peas was 2 300 kg/ha and fava beans average harvest was 3 600 kg/ha in Mustiala.

Pea and fava bean was preserved using acid which was AIV 2+. Dosing level was 6 l/ton. High moisture grain was stored in covered flat silo. Preservation of the high moisture grain worked out successfully.

More information and researches will be needed about, making high moisture grain of peas and fava beans, and how to use high moisture grain in cattle feeding.

**Keywords** pea, fava bean, high moisture grain, protein, protein self-sufficiency

---

**Pages**      29 p. + appendices 7 p.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	VALKUAISSOMAVARAISUUS SUOMESSA .....	2
2.1	Täydennysvalkuainen.....	2
2.2	Valkuaisomavaraisuuden merkitys Suomessa .....	2
2.3	Valkuaisomavaraisuuden parantamismahdollisuudet .....	3
3	HERNEEN VILJELY JA KÄYTTÖ REHUNA .....	3
3.1	Hernelajikkeiden ryhmittely.....	3
3.2	Herneen viljely .....	4
3.3	Herneen kasvu .....	5
3.4	Sadonkorjuu .....	6
3.4.1	Kuivattu herne ja murskesäilötty herne .....	6
3.4.2	Kokoviljasäilörehu .....	6
3.5	Herneen käyttö rehuna .....	7
3.5.1	Herneen haitta-aineet.....	8
4	HÄRKÄPAVUN VILJELY JA KÄYTTÖ REHUNA.....	9
4.1	Härkäpavun viljely .....	9
4.2	Härkäpavun kasvu .....	10
4.3	Sadonkorjuu .....	10
4.3.1	Kuivattu härkäpapu .....	10
4.3.2	Kokoviljasäilörehu .....	11
4.4	Härkäpavun käyttö rehuna .....	11
4.4.1	Härkäpavun haitta-aineet.....	11
5	MURSKESÄILÖNTÄ .....	12
5.1	Viljan murskesäilöntä.....	12
5.2	Varastointi .....	12
5.3	Murskesäilönnän kustannukset .....	13
6	MURSKEEN KÄYTTÖ NAUTOJEN RUOKINNASSA .....	14
7	HERNEEN JA HÄRKÄPAVUN VILJELY JA MURSKESÄILÖNTÄ MUSTIALASSA .....	14
7.1	Härkäpavun viljely Mustialassa .....	14
7.2	Kasvukauden aikaiset kokemukset härkäpavun viljelystä ja puinti .....	15
7.3	Herneen viljely Mustialassa .....	17
7.4	Kasvukauden aikaiset kokemukset herneen viljelystä ja puinti .....	18
7.5	Herneen ja härkäpavun murskaus ja säilöntä laakasiiloon.....	20
7.6	Sadonkorjuussa käytetty kalusto .....	23
8	MURSKEEN KÄYTTÖ LEHMIEN RUOKINNASSA .....	23
8.1	Rehunäyte.....	23
8.2	Ruokintasuunnitelmat.....	24
8.2.1	Ruokintasuunnitelma 1 .....	25

---

8.2.2	Ruokintasuunnitelma 2 .....	25
9	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	26
	LÄHTEET .....	27

Liite 1	Herne- ja härkäpapumurskeen rehuanalyysi
Liite 2	Ruokintasuunnitelma 1
Liite 3	Ruokintasuunnitelma 2

## 1 JOHDANTO

Suomen valkuaisomavaraisuus on tällä hetkellä varsin alhainen, vain noin 16 %. Valkuaisomavaraisuutta voidaan nostaa viljelemällä enemmän valkuaiskasveja Suomessa.

Murskesäilöntä kuuluu tuoresäilöntämenetelmiin. Siinä viljaa ei kuivata, vaan se murskataan tuoreena, lisätään säilöntäaine, joka laskee pH:n ja tiivistetään hapettomaan tilaan. Yleisimmin murskesäilöntää käytetään viljojen säilönnässä, mutta sitä voidaan käyttää myös herneen ja härkäpavun säilöntään.

Herne ja härkäpapu tuovat viljelykiertoon vaihtelua, ja näin osaltaan estävät kasvitautien leviämistä verrattuna yksipuoliseen viljojen viljelykiertoon. Typensitojakasveina ne myös pienentävät typen lannoitustarvetta seuraavana vuonna.

Lehmien ruokintaan herne ja härkäpapu tuovat valkuaista. Korvaamalla osa tuontivalkuaisesta kotoisilla valkuaisrehuilla voidaan vähentää ostovalkuaisen määrää.

Opinnäytetyössä seurattiin herneen ja härkäpavun kasvua, sadonkorjuuta ja murskesäilöntää Mustialassa kasvukaudella 2015. Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Valkuaisosaamiskeskuksesta ratkaisuja Hämeen valkuaisomavaraisuuteen - hanke.

## 2 VALKUAISOMAVARAISUUS SUOMESSA

Valkuaistäydennysrehujen osalta Suomen valkuaisomavaraisuus oli vuonna 2014 noin 16 %. Kotieläintuotanto Suomessa sekä Euroopassa on hyvin riippuvainen tuontisoijasta. Vuodessa Suomeen tuodaan soijaa n. 180 miljoonaa kiloa. (Rinne 2014; Peltonen-Sainio 2013, 4.)

### 2.1 Täydennysvalkuainen

Kotieläintuotannon täydennysvalkuaisen osalta Eurooppa, sisältäen myös Suomen, on vahvasti riippuvainen Euroopan ulkopuolelta tuodusta rehusta soveltuvasta kasvivalkuaisesta. Maailmanpoliittinen tilanne on nostanut merkittäväksi kysymykseksi valkuaisen osalta huoltovarmuuden. (Kaukovirta-Norja, Leinonen, Morkila, Niemi & Wessberg 2015, 8.)

Valkuaisomavaraisuudella tarkoitetaan yleensä täydennysvalkuaisen tuotannon ja käytön välistä suhdetta, jolloin tarkastellaan valkuaisen tuonnin tarvetta perusrehujen lisäksi. Esimerkiksi naudalla perusrehuja ovat nurmirehut ja viljat, sekä viljaa korvaavat sivujakeet esim. leseet. Suomen valkuaisomavaraisuus on heikko täydennysvalkuaisen osalta, koska suurin osa kasviperäisestä täydennysvalkuaisesta tuodaan muualta. (Kaukovirta-Norja ym. 2015, 8.)

Nurmikasvit ja viljat ovat tärkeitä proteiinin lähteitä, kun lasketaan yhteen kaikki kulutettu kasvi- ja eläinperäinen proteiini Suomessa. Tähän suhteutettuna on Suomeen tuonti vähäistä. Täydennysproteiinin osalta Suomeen tuodaan eniten soijaa, rypsiä ja rapsia. Näitä tuotiin vuonna 2013 lähes 200 miljoonan euron edestä, joista suurin osa käytettiin rehuina. MTT:n (nykyisin Luonnonvarakeskus, Luke) tekemän laskelman mukaan Suomen maatalouden ostorehukustannukset olivat 579 miljoonaa euroa vuonna 2013. Näitä lukuja vertailemalla voidaan todeta, että tuontisoijan, -rypsin ja -rapsin arvo on melko suuri. (Kaukovirta-Norja ym. 2015, 8-9.)

### 2.2 Valkuaisomavaraisuuden merkitys Suomessa

Suomen valkuaisomavaraisuuden parantamisesta olisi monenlaisia etuja maatalolle ja luonnolle. Valkuaisomavaraisuuden lisääntyessä ostovalkuaisrehujen tarve pienenee, jolloin markkinariskit pienevät. Ostorehun mukana tulee aina hygieniariski, joten valkuaisen tuonnin vähentyessä se riski pienenee. Valkuaisomavaraisuuden myötä omavaraisuus kasvaa tiloilla, maakunnissa ja maanosatasolla, jolloin ruuan alkuperän tiedostaminen parantuu sekä lähiruokakonsepti ruokaketjussa vahvistuu. (Rinne 2014.)

Valkuiskasvien viljelyn lisääminen parantaa luonnon monimuotoisuutta ja ekosysteemipalveluita. Palkokasvien viljely vähentää typpilannoituksen tarvetta, koska palkokasvit sitovat ilmasta typpeä ja jättävät sitä seuraavalle viljeltävälle kasville. Tämä vähentää typpilannoituksen tarvetta ja vähentää kasvihuonepäästöjä. Väkilannoitetypen käyttöä voitaisiinkin vähentää 60 % lisäämällä nurmipalkokasvien käyttöä rehutuotannossa, viherlan-



noituksessa sekä lisäämällä palkoviljojen täysmittaista viljelyä. (Rinne 2014; Peltonen-Sainio 2013, 1.)

### 2.3 Valkuaisomavaraisuuden parantamismahdollisuudet

Suomi ei voi olla täysin valkuaisomavarainen, mutta Suomen valkuaisomavaraisuutta voidaan parantaa. Öljykasvien valkuaisadot ovat 400–600 kiloa hehtaarilla, herneellä ja vehnällä valkuaisadot ovat parhaimmillaan 900 kiloa hehtaarilta ja härkäpavun valkuaisadot noin 1000 kiloa hehtaarilta. Valkuaiskasvien tuotantoalat voisivat kaksinkertaistua, mikä tarkoittaa niiden viljelyn lisääntymistä 200 000 hehtaariin vuosisadan puoleen väliin mennessä, kun viljelyalan kestävässä laajentamisessa otetaan huomioon valkuaiskasvien viljelykiertovaatimukset ja alueelliset erot ilmastoriskeissä, maalajien sekä peltojen soveltuvuudessa. Edellä mainitut biologis-tekniset rajoitteet asettavat ylärajan taloudellisen perustein määntyväälle tuotannon laajuudelle. Jos ilmasto lämpenee ennusteiden mukaisesti, valkuaiskasvien viljelyalat voisivat kaksinkertaistua vuosisadan loppuun mennessä, eli 400 000 hehtaariin. Viljelyaloja enemmän kasvaisivat kokonaissadot, koska satoisampien palkoviljojen viljely lisääntyisi öljykasveja enemmän. (Peltonen-Sainio 2013, 4.)

Suomeen tuodaan soijarouhetta noin 180 miljoonaa kiloa vuodessa. Realistisen potentiaalin toteutuessa voisimme jo nyt tuottaa 180 miljoonaa kiloa palkoviljoja, ilman että hehtaarisadot nousisivat. Tämä tarkoittaa noin 70 miljoonaa kiloa valkuaista. Palkoviljamme voisivat tuottaa 40–50 miljoonaa kiloa valkuaista niiden nykyisellä potentiaalilla, riippuen herneen ja härkäpavun tasapainosta toisiinsa nähden, ottaen huomioon, että härkäpapu on valkuaisrikkaampi. Teoriassa soijavalkuainen voitaisiin korvata täysin ilmaston lämpenemisen myötä. Käytännössä soijavalkuaisen korvautumisen laajuus kuitenkin riippuu herneen ja härkäpavun taloudellisesta kilpailukyvästä, tarkoittaen peltoviljelyä ja käytettävyyttä kotieläinten ruokinnassa. Soijan korvattavuus on kynnyskysymys yksimahaisten ruokinnassa. Pääpaino tulisi olla herneen viljelyn lisäämisessä, kunnes härkäpavusta saadaan haitta-aineettomia lajikkeita käyttöön. (Peltonen-Sainio 2013, 4-5.)

## 3 HERNEEN VILJELY JA KÄYTTÖ REHUNA

Herne (*Pisum sativum*) kuuluu palkoviljoihin (Seppänen, Stoddar & Yli-Halla 2008, 66). Vuonna 2014 hennettä viljeltiin rehuksi 2 019 hehtaarilla, viljelypinta-alan ollessa vuonna 2013 1 460 hehtaaria. (Laine 2014a, 49; KM:n työryhmä 2015, 64, 8.) Vuonna 2015 herneen viljelyalat kaksinkertaistuivat vuoteen 2014 verrattuna. Vuonna 2015 herneen kokonaissato oli 70 % suurempi vuoteen 2014 verrattuna. (Luke 2015.)

### 3.1 Hernelajikkeiden ryhmittely

Suomessa viljellään hennettä elintarvikkeeksi sekä eläinten rehuksi. Hennettä on jalostettu kumpaakin käyttötarkoitusta varten. (Farmit n.d.) Suo-

malaisittain keltaiset lajikkeet ovat rehuherneitä ja vihreät lajikkeet käyvät sekä ruoka- että rehuherneeksi (Käki 2007, 5).

Hernelajikkeet voidaan jaotella kolmeen ryhmään korkeuden perusteella. Korkeat lajikkeet, yli 70 cm, lakoutuvat helposti, minkä takia on suositeltavaa, että niitä viljellään seoskasvustoina. Puolikorkeat lajikkeet ovat 50–70 cm korkuisia ja matalat lajikkeet ovat alle 50 cm korkuisia. (Seppänen ym. 2008, 69.)

Herneen lehtien pinta-alan mukaan hernelajikkeet voidaan jakaa vielä lehdellisiin, puolilehdettömiin ja lehdettömiin lajikkeisiin. Herneen lehtiä on vähennetty, jotta saataisiin lisää viljelyvarmuutta. Puolilehdettömissä lajikkeissa lehdykät ovat muuttuneet kärhiksi ja lehdettömissä lajikkeissa myös korvakkeet ovat surkastuneet. Puolilehdettömissä ja lehdettömissä lajikkeissa on vähemmän lakoutumisherkkyyttä kuin lehdellisillä lajikkeilla, koska lajikkeissa on enemmän kärhiä, mikä helpottaa herneen kiipeilemistä tukikasvia vasten. Lehtien vähyys tekee kasvustosta ilmavan, mikä vähentää kasvitautien riskiä ja lisää alalehtien ja palkojen yhteyttämistä. (Seppänen ym. 2008, 69–70.)

### 3.2 Herneen viljely

Herne palkoviljana monipuolistaa viljelykiertoa. Herne jättää juurissa olevan *Rhizobium*-bakteerin avulla maaperään typpeä keskimäärin 40–60 kg/ha, joten seuraavan vuoden typpilannoitusta voidaan vähentää 25–30 kg/ha. Hernettä ei tulisi viljellä samalla loholla perättäisinä vuosina. Suositeltava viljelyväli on viisi vuotta kasvitaudeista johtuen. Sopimattomia esikasveja herneelle ovat nurmet, peruna, öljykasvit, porkkana ja toiset palkokasvit. (Seppänen ym. 2008, 71.)

Herneelle sopivat maalajit ovat hyvärakenteiset hietasavet, hienot hiedat ja liejusavi. Maan tulee olla myös ilmava. Maan pH tulee olla yli 6, jotta herne viihtyy lohkolla. (Laine 2014a, 50; Peltonen 2011, 24.) *Rhizobium*-bakteerin avulla herne on typen suhteen omavarainen, mutta viileissä maissa pieni typpilannoitus, 20–30 kg/ha, nopeuttaa herneen alkukehitystä. Typpilannoitus kannattaa tehdä kylvön yhteydessä. Herneellä on suurempi tarve kalin ja fosforin suhteen viljaan verrattuna. Fosforia herne tarvitsee typensidontaan ja kalial kasvuun. Lohkon lannoittaminen tehdään viljavuuden perusteella. (Laine 2014a, 49.)

Herne kylvetään kuivuudenaroilla mailla 6–8 cm syvyyteen ja mailla, joissa kuivuus ei ole ongelma, herne kylvetään 2–3 cm (Ajosenpää, Hiltunen, Hinkkanen, Nurkka, Terhemaa, Kotimäki, Nykänen, Tuominen, Valtonen, Leskinen, & Vihonen 2015, 30). Kylvösiemenen määrä riippuu siitä viljelläänkö hernelä puhtaana vai seoskasvustona tukikasvin kanssa. Tukikasvia voi käyttää varmentamaan sadon laatua ja tasaisuutta. Tukikasvi auttaa myös vähentämään herneen lakoontumista sekä hernekääriäisen toukan vioituksia sadossa. Kun hernelä viljellään seoksena, joutuu se kilpailemaan kasvutilasta tukikasvinsa kanssa. Tämä vähentää herneen satoa. (Seppänen ym. 2008, 72.)

Seppäsen ym. (2008, 72) mukaan tyyppillisenä herneen tukikasvina on käytetty kauraa, jonka osuus kylvösiemenseoksessa on 7,5 %. On havaittu, että kaura sopii parhaiten herneen pariksi, koska niiden kasvuajat sopivat yhteen. Toinen hyvä puoli kaurassa on se, että se ei muodosta sivuversoja harvassa kasvustossa. (Seppänen ym. 2008, 72.) Saastamoinen (2011, 22) on taas sitä mieltä, että herneelle parhaat tukikasvit ovat vehnä ja ohra, joiden kasvu aika on samaa luokkaa kuin herneellä. Vehnän ja ohran tulee olla myös lujavartisia. Kauraa hän ei suosittele käytettäväksi, koska kauralajikkeet ovat yleensä rehevälehtisiä ja näin varjostavat hernetä, mikä heikentää herneen satotaso.

Kylvösiemenen määrä riippuu myös hernelajikkeen kasvutavasta, jolloin rehevästi kasvavat herneet kylvetään väljemmin, noin 100 kpl/m<sup>2</sup>, kuin taas puolilehdettömät kylvetään tiheämmin, 130–140 kpl/m<sup>2</sup>. (Käki 2007, 5.)

Herneen pahin tuholainen on hernemato eli hernekääriäinen. Sen aiheuttamat vahingot kasvavat, jos hernetä viljellään samalla alueella kuin edellisenä vuotena. Hernekääriäisten aiheuttamien vahinkojen määrää voidaan pienentää viljelemällä hernetä vähintään kilometrin päässä edellisvuoden viljelypaikasta nähden. Tukikasvin käytöllä voidaan vähentää hernekääriäistuhon riskiä. (Seppänen ym. 2008, 72–73.) Vakavin tauti herneellä on juurimätä. Juurimädän hallitsemiseksi ei ole muuta keinoa kuin pitää jopa 10 vuoden viljelytauko saastuneilla lohkoilla. (Stoddard 2011, 43.) Herne on herkkä maalevintäisille lakastumis- ja tyvitaudeille, joissa kasvin juuren tyvi tummuu ja mätänee, näin estäen kasvin juurien normaalin toiminnan sekä ravinteiden ja veden oton. Tyvitauteja aiheuttavat sienet, jotka voivat säilyä maassa ja kasvijätteissä pitkään. Pahasti saastuneilla alueilla siemenen itävyys ja taimettuminen on heikkoa. Juuristo- ja tyvitaudit voivat levitä myös kylvösiemenen kautta. (Saastamoinen 2011, 12; Seppänen ym. 2008, 72–73.)

### 3.3 Herneen kasvu

Herneen sirkkalehdet jäävät sen itäessä maan alle, koska herneen siemen muodostuu lähes kokonaan kahden sirkkalehden muodostamasta alkioista. Herneen siemenen pinnassa on ohut ja helposti hajoava siemenkuori. Tämä asia on hyvä muistaa, koska kuoren vioittuminen heikentää itämistä. (Seppänen ym. 2008, 68.)

Kun herne on itänyt, seuraa kasvussa taimivaihe ja vegetatiivisen kasvun vaihe, jonka lopussa lehtihankoihin muodostuvat ensimmäiset kukinnot. Normaalisti herneellä on yksi pääverso, mutta herne voi tehdä myös sivuversoja. Tämän mahdollistaa lajike, kasvutiheys ja kasvuolot. (Seppänen ym. 2008, 68.)

Kun herne on ohittanut kasvullisen vaiheen, alkaa suvullinen vaihe, jolloin herne aloittaa kukinnan. Kukintavaiheessa tapahtuu kukkien hedelmöityminen. Yksittäisen hernekasvin kukinta kestää kahdesta kolmeen viikkoa. (Seppänen ym. 2008, 68.)

Kun herneen kukka on hedelmöittynyt, alkaa herneen palko muodostua. Ensimmäiseksi herneen palko alkaa kasvaa pituutta, jonka jälkeen palko alkaa leventyä ja lopuksi herneen palko alkaa paksuuntua. Palossa siemenet kehittyvät asynkronisesti eli keskimmäiset siemenet kehittyvät nopeammin kuin reunimmaiset siemenet. Kaikki palon hedelmöittyneet siemenet eivät välttämättä kehity, vaan ne abortoituvat eli kuolevat. Noin kolmen viikon kuluttua kukinnasta siementen paino palossa kasvaa. Jopa 75 prosenttia siemenen kasvuun vaadittavista yhteyttämistuotteista on palon lähimmistä lehdyköistä peräisin. Loput yhteyttämistuotteista toimittavat korvakkeet ja palko. Herneen lehdykät pysyvät yhteyttämiskykyisinä, kunnes siementen tuleentuminen on loppuillaan. (Seppänen ym. 2008, 69.) Herneen kasvuaika on lajikkeesta riippuen 97–103 vuorokautta (Nykänen & Stoddard 2011, 37).

### 3.4 Sadonkorjuu

#### 3.4.1 Kuivattu herne ja murskesäilötty herne

Kuivatuksi tarkoitettu herne puidaan heti, kun palot ja varret ovat niin kuivia, että ne kulkevat puimurin koneistossa sitä tukkimatta. Sopiva puintikosteus on 20–25% jolloin herne on keltatuleentumisasteella. Alle 20 % kosteudessa herneen siemenet rikkoutuvat helposti. Murskesäilöttäväksi tarkoitettu herne puidaan, kun puintikosteus on 30–40%. (Ajosenpää ym. 2015, 31.)

Jotta herneet saataisiin mahdollisimman hyvin talteen, on herne puitava lyhyeen sänkeen. Kun kasvusto on puhdas rikkakasveista ja pystyssä, ei herneen puinti tuota ongelmia. Puimuri kannattaa säätää herneelle sopivaksi, eli puimurin varstasilta auki ja kelanopeus pieneksi sekä puhallus suurelle ja seulasto auki. (Ajosenpää ym. 2015, 31.)

Papujen kuivaamisessa tulee olla hellävarainen, jotta herne ei halkea ja itävyys säilyy. Herneen kuivaamiselle on varattava aikaa, koska isosiemisenä herne ei luovuta kosteutta yhtä nopeasti kuin viljat. Lämminilmakuivurissa lämpötilan tulee olla herneen kosteudesta riippuen 60–70 astetta. (Käki 2007, 5.)

#### 3.4.2 Kokoviljasäilörehu

Hernettä voidaan viljellä puhtaana tai seoksena viljojen kanssa säilörehuksi. Seosviljelyn etuna on viljan antama tuki herneelle. Puhtaaseen herneensäilörehuun verrattuna seoksessa on tasapainoisemmin kuitua ja tärkkelystä. (Kuoppala 2015; Jaakkola 2007, 30.)

Haasteena kokoviljasäilörehussa on palkoviljoihin liittyvä varisemriski. Sadon sopiva korjuuajankohta on, kun palot ovat täyttymisvaiheessa, mutta hyvissä ajoin ennen tuleentumista (Kuoppala 2015; Jaakkola 2007, 30.)

## 3.5 Herneen käyttö rehuna

Herneellä on hyvä rehuarvo. Rehuarvolla tarkoitetaan rehun arvoa kotieläinten ruokinnassa. Rehuannos voidaan koostaa monista eri rehuista ja rehuarvojen avulla voidaan arvioida rehujen sopivuutta suhteessa eläinten tarpeisiin. (Nykänen & Stoddar 2011, 36; Nousiainen & Rinne 2011, 65. ) Taulukossa 1 on kuivatun herneen ja herne-virnasäilörehun rehuarvot.

Taulukko 1. Kuivatun herneen ja herne-virnasäilörehun rehuarvot (Luke rehutaulukot)

	Kuiva- aine	ME <sup>a</sup>	OIV <sup>b</sup>	PVT <sup>c</sup>	Raaka- valkuai- nen	D-arvo
	g/kg	MJ/kg ka	g/kg ka	g/kg ka	g/kg ka	g/kg ka
Herne (jyvät ja siemenet)	860	13,3	116	62	230	849
Herne- ja virnasäilörehu (muut säilörehut)	200	9,9	82	80	200	620

<sup>a</sup> Muuntokelpoinen energia

<sup>b</sup> Ohutsuolesta imeytyvä valkuainen

<sup>c</sup> Pötsin valkuaistase

Seppäsen (2008, 70–71) mukaan lypsylehmille kuivattua hernettä voidaan antaa 2,5-3 kg päivässä, lihanautojen väkirehuseoksessa hernettä voi olla 20 %. Kun taas Puumalan (2007, 32) mukaan lypsylehmille voidaan antaa hernettä 4-6 kiloa päivässä.

Vuonna 2005 MTT:lla (nykyisin Luke) tutkittiin herneen vaikutusta lehmien maidontuotantoon ja ravintoaineiden saantiin. Kokeessa käytettiin kuivattua ja murskesäilöttyä hernettä. Väkirehuja, joissa oli hernettä, verrattiin kahteen väkirehuseokseen, joista toinen koostui viljasta, leikkeestä ja rypsirouheesta ja toinen väkirehuseos oli ilman valkuaistäydennystä, kontrollirehu. Lehmät saivat väkirehua 10 kiloa päivässä ja vapaasti nurmirehua. Lehmille annettiin rypsirouhetta 2 kiloa päivässä, joka korvasi vastaavan määrän ohraa väkirehuseoksesta. Hernettä lisättiin väkirehuseokseen ohraa korvaten. Hernettä laitettiin väkirehuun siten, että seoksen valkuaispitoisuus oli sama kuin rypsipitoisessa väkirehussa. Herneen valkuaispitoisuus oli alhainen, jonka takia hernettä jouduttiin laittamaan melko paljon väkirehuseokseen. Murskesäilötyn herneen osuus väkirehun kuiva-aineesta oli 48 % ja kuivatun herneen 58 %. Tutkimuksessa todettiin, että herneen valkuainen lisäsi pötsissä hajoavan valkuaisen määrää. Herneen lisääminen väkirehuun paransi orgaanisen aineen ja kuidun sulavuutta. Kokeessa todettiin, että maitomäärä ei noussut kuivatulla taikka murskeherneellä niin paljoa kuin rypsirouheella. (Taulukko 2.) Kontrolliruokintaan verrattuna, murskeherne ja kuivattu herne nostivat maitomäärää. Kuivattu herne ja murskeherne eivät nostaneet maidon valkuaispitoisuuksia niin kuin rypsirouhe. Herneen valkuaisen suuresta pötsihajoavai-

suudesta johtuen herneen tuotosvaikutus oli huonompi kuin rypsirouheen. (Ahvenjärvi, Jaakkola & Vanhatalo 2005)

Taulukko 2. Eri valkuaisrehujen vaikutus lehmien maito- ja valkuaisuotokseen (Ahvenjärvi, Jaakkola & vanhatalo 2005).

	Rypsirouhe	Murskeherne	Kuivattu herne	Kontrollirehu
Maitomäärä, kg	28,7	27,9	26,9	24,9
Maidon valkuaisuotos, g	956	901	920	820

Lehmät söivät murskehernettä hieman paremmin kuin kuivattua hernettä sisältävää väkirehua. Mahdollisia maittavuuseroja lukuun ottamatta murskeherne ja kuivattu herne olivat valkuaisarvoltaan samanveroisia lypsy-lehmien ruokinnassa. (Ahvenjärvi ym. 2005.)

Korkean tuotoksen aikaan lehmälle ei riitä ainoaksi valkuaisrehun lähteeksi herne, vaan pötsi tarvitsee lisäksi hajoamatonta hyvälaatuista valkuaista, kuten rypsin valkuaista. Herneen valkuainen hajoaa pötsissä lähes täydellisesti, jolloin lehmälle tärkeät aminohapot eivät ole suoraan sen käytettävissä. Rypsi on parempi valkuaisenlähde lehmille, koska rypsipuristeen valkuainen ei hajoa kokonaan pötsissä. Pelkkään viljaan verrattuna herne voi lisätä säilörehun syöntiä, energian saantia, mikrobivalkuaisen tuottoa pötsissä ja maitotuotosta. (Jaakkola 2007, 30.)

Hernettä voidaan säilöä kokoviljasäilörehuna. Silloin hernettä viljellään yleensä seoskasvustona. Sato korjataan, kun vilja on maitotuleentumisasteella ja herneen palot ovat täyttyneet. Rehuarvot ovat tyypillisesti huonompia verrattuna keskimääräiseen nurmisäilörehuun. Esimerkiksi D-arvo on hieman alhaisempi herne-kaura-virna säilörehulla kuin normaaliin aikaan korjatulla nurmisäilörehulla. Lehmien syöntiä lisää karkearehuruokinnan monipuolistaminen. Tämän seurauksena syöntiä lisäämällä lehmät pystyvät ylläpitämään maitotuotoksen tai tuotoksen lasku on vähäistä, vaikka paremmin sulavaa rehua korvataan huonommin sulavalla rehulla. (Rinne 2013.)

### 3.5.1 Herneen haitta-aineet

Herneen siemenen merkittävin haitta-aine on trypsiini-inhibiittori, joka hajoaa keitetessä. Herne sisältää myös haitallisia tanniineja, joiden määrä on yhteydessä kasvin kukan väriin. Valkoisissa kukissa on vähiten tanniineja, kun värillisissä kukissa niitä on enemmän. (Seppänen ym. 2008, 70–71; Kuoppala 2013.)

Tanniinit eivät sovi siipikarjalle eivätkä sioille. Herneen haitta-aineet hajoavat pötsissä pötsimikrobien ansioista, joten niistä ei aiheudu haittaa lehmille. Herneen osuus sikojen ruokinnassa voi olla 20–35 % ja siipikarjalla 45 %. Näillä ruokintamäärillä ei ole havaittu kasvutuloksissa ja lihan laadussa heikkenemistä. (Seppänen ym. 2008, 70–71; Kuoppala 2013.)

## 4 HÄRKÄPAVUN VILJELY JA KÄYTTÖ REHUNA

Härkäpapu (*Vicia faba* L.) kuuluu palkoviljoihin (Seppänen ym. 2008, 66). Vuonna 2014 Suomessa härkäpapua viljeltiin 8 722 hehtaarilla viljelyalan ollessa vuonna 2013 7 175 hehtaaria. (Laine 2014b, 53; KM:n työryhmä 2015, 64, 8.) Härkäpavun viljelyalat kaksinkertaistuivat vuonna 2015 vuoteen 2014 verrattuna. Härkäpavun kokonaissato oli vajaa 50 % suurempi vuonna 2015 kuin vuonna 2014. (Luke 2015.)

### 4.1 Härkäpavun viljely

Härkäpapu kylvetään niin aikaisin keväällä kuin mahdollista, noin 5-7 cm:n syvyyteen. Kylvöhetkellä maan tulee olla riittävän lämmin. Tavoitettava kylvötiheys on 60–70 kpl/m<sup>2</sup>. (Seppänen ym. 2008, 71; Laine 2014b, 54.) Käytetty kylvösiemen ja lannoitemäärä riippuvat siitä, viljelläänkö härkäpapua puhtaana vai seoskasvustona. Härkäpapua suositellaan viljeltävän seoskasvustoa kauran kanssa, jos sato halutaan käyttää eläinten rehuna. (Seppänen ym. 2008, 71–72.) Hyötyjä, joita saadaan kun viljellään härkäpapua seoskasvustona, ovat mm. harmaahomeriskin väheneminen sekä kasvuston tuulettuminen. Juolavehnän vaivaamilla sekä poudanaroilla lohkoilla saadaan seoskasvustoista varmemmin satoa. (Lassilla 2007, 16.)

Härkäpapu pystyy hyvissä olosuhteissa hyödyntämään biologista typensidontaa, käyttämällä juurissa olevaa *Rhizobium*-bakteeria. Härkäpavun kasvualustan tulee olla ilmava ja hyvin ojitettu. Viljelyyn parhaiten soveltuvia maita ovat savi-, hietasavi- ja hietamaat, joiden pH on 5,5–7. (Seppänen ym. 2008, 73; Laine 2014b, 53.) Härkäpapua ei suositella viljeltäväksi metsän varjostamilla lohkoilla eikä poudanaroilla tai märillä lohkoilla. (Peltonen 2011, 24). Härkäpapua ei suositella viljeltävän peräkkäisinä vuosina samalla lohkolla. Suositeltava viljelyväli on vähintään kuusi vuotta. (Seppänen ym. 2008, 71.)

Härkäpapu kykenee biologiseen typensidontaan hernetä tehokkaammin, vaikkakin kummallakin on *Rhizobium*-bakteeri. Härkäpapu jättää maahan tyypeä 20–70 kg/ha seuraavalle kasville. Härkäpapu onkin hyvä esikasvi erityisesti kevätvehnälle, koska vehnä vaatii paljon tyypeä. (Peltonen 2011, 25; Laine 2014b, 54.)

Suomessa härkäpavun pahimmat taudit ovat suklaalaikku (*B. fabae*) ja harmaahome (*Botrytis cinerea*). Vähäinen suklaalaikun ilmentyminen härkäpavussa on kasville harmitonta. Kosteassa ja lämpimässä suklaalaikku voi kuitenkin levitä voimakkaasti ja tuleennuttaa sadon ennenaikaisesti. Home alkaa levitä nopeasti, jos härkäpavun lehdet ovat kosteat 48 tuntia ja lämpötila on noin 20 °C. Tällaisissa olosuhteissa kasvin kasvun ollessa vielä kesken, on tarpeen tehdä tautien torjuntaa. Herkimmillään härkäpapu on kasvitaudeille kukinnan aikaan. Homeille otolliset olosuhteet syntyvät useasti tiheissä kasvustoissa. Tosin tiheän kasvuston hyvänä puolena on se, että sillä voidaan torjua rikkakasveja. Viljelykierrosta ei ole apua homeiden torjuntaan, koska homeitiöt ovat pieniä ja ne voivat leijua pitkiäkin matkoja. (Stoddard 2011, 43.)

Suomen markkinoilla on tällä hetkellä ainoastaan yksi härkäpapulajike myynnissä, Kontu<sup>BOR</sup>. Virallisissa kokeissa vuonna 2007–2014 Konnun kasvuaika on 99,2 vuorokautta. (Högnäsbacka, Jauhiainen, Kujala, Laine, Nikander & Niskanen 2015, 155.)

#### 4.2 Härkäpavun kasvu

Härkäpavun varsi on alimmista nivelväleistä haaroittumaton tai vain vähän haaroittunut. Kasvullisessa eli vegetatiivisessa vaiheessa korkea lämpötila ennen härkäpavun kukintaa edistää lehtialan kestävyyttä ja kasvua. Kukat muodostuvat lehden ja varren nivelkohtiin alhaalta ylöspäin. (Seppänen ym. 2008, 68.)

Suomessa härkäpavun kukinta alkaa kesäkuussa, ja kestää aina heinäkuun loppuun asti. Kukinta ja palkojen kehittyminen ajoittuvat samanaikaisesti. Härkäpavun kaikki kukat eivät kehity paloiksi vaan noin puolet hedelmöityneistä kukista karisee pois. Kukien tapaan palot kehittyvät alhaalta ylöspäin. Eniten palkoja muodostuu varren ala- ja keskiosiin. Suotuisissa oloissa palkoja voi tulla yli 40 kpl yhteen kasviin. Kuitenkaan kaikki palossa olevat siemenaiheet eivät kehity siemeniksi keskinäisen kilpailun ja vajaan hedelmöittymisen seurauksena. Härkäpavun pienimmät siemenet ovat kasvin yläosissa, isoimmat sijaitsevat siis keski- ja alaosissa. Palossa olevista siemenaiheista, joita on kolmesta neljään, noin kolme kehittyy siemeniksi asti. (Seppänen ym. 2008, 68.)

Härkäpavun kasvutapa on päätteetön, eli kasvi kehittää jatkuvasti uusia kukkia ja palkoja kasvin yläosiin kasvukauden loppuun asti, vaikka kasvin alaosissa on jo tuleentuneita palkoja. Pätteetön kasvu hankaloittaa puinitia, kun palot ovat eri vaiheessa. Tätä ongelmaa voidaan korjata jalostamalla päätteellisiä lajikkeita. (Laine 2014b, 53.) Härkäpavun kasvukausi on noin 111 vuorokautta (Nykänen & Stoddard 2011, 37).

#### 4.3 Sadonkorjuu

##### 4.3.1 Kuivattu härkäpapu

Härkäpapakasvusto on valmis puitavaksi silloin kun alimmat palot alkavat aueta. Kasvin ylimmät lehdet ja palot voivat olla vihreitä puitaessa. Kun härkäpapu on täysin tuleentunut, on kasvin varsi mustaksi kuihtunut ja palot ovat kiinni. (Ajosenpää ym. 2015, 33.)

Härkäpapua puitaessa on hyvä säätää puimuria niin, että puintiväli ja tuuli on täysin auki sekä puintikelan nopeutta on hyvä säätää hitaalle. Rehevässä kasvustossa voi silppuri joutua koville, jolloin on hyvä säätää sitä pidemmälle silpulle. (Ajosenpää ym. 2015, 34.)



#### 4.3.2 Kokoviljasäilörehu

Härkäpapua voidaan korjata puhtaana säilörehuksi, mutta korjuu on haastavaa. Härkäpapusäilörehussa kuiva-ainepitoisuus ja sokeripitoisuus ovat alhaisia. Härkäpavulla on suuri puskurikapasiteetti, mikä lisää haastetta säilömiseen. Härkäpavun korret voivat tehdä paaleihin reikiä sekä haitata rehun tiivistämistä. (Kuoppala 2013)

Härkäpapua voidaan viljellä seoksena viljojen kanssa. Puhtaaseen kokoviljasäilörehuun härkäpapu tuo sulavuutta sekä valkuaista. Kokoviljasäilörehu korjataan, kun vilja on taikinatuoleentumisasteella ja härkäpavun palot ovat täyttyneet. Korjuun tulisi tapahtua suoraan korjaavalla menetelmällä, jotta varisemistappiot eivät olisi niin suuret. (Kuoppala 2013)

#### 4.4 Härkäpavun käyttö rehuna

Härkäpavun papuja voidaan käyttää osana lehmien väkirehua. Härkäpapua voidaan syöttää lehmille myös säilörehuna. (Rinne 2014) Härkäpapusäilörehun kuiva-ainepitoisuus on matala, mikä tulee huomioida lehmien ruokintaa suunnitellessa. Taulukossa 3 on puidun härkäpavun ja säilörehuksi tehdyn härkäpavun koostumus ja rehuarvoja.

Taulukko 3. Härkäpavun rehuarvot (Luke rehutaulukot)

	Kuiva- aine	ME <sup>a</sup>	OIV <sup>b</sup>	PVT <sup>c</sup>	Raaka- valkuai- nen	D- arvo
	g/kg	MJ/kg ka	g/kg ka	g/kg ka	g/kg ka	g/kg ka
Härkäpapu (jyvät ja siemenet)	860	12,8	123	125	300	817
Härkäpapusäilörehu, vihreät siemenet (muut säilörehu)	200	9,1	76	79	190	570

<sup>a</sup> Muunto-kelpoinen energia

<sup>b</sup> Ohutsuolesta imeytyvä valkuainen

<sup>c</sup> Pötsin valkuai-aste

##### 4.4.1 Härkäpavun haitta-aineet

Härkäpavun siemenet sisältävät haitallisia aineita, joista merkittävimmät ovat visiini ja konvisiini. Ne rajoittavat härkäpavun käyttöä sikojen ja siipikarjan ruokinnassa. Myös tanniini on haitallinen aine sioille ja siipikarjalle. Härkäpavun haitta-aineista ei ole haittaa lehmille, koska pötsimikrobit hajottavat niitä. (Seppänen ym. 2008, 70–71; Rinne 2012.)

## 5 MURSKESÄILÖNTÄ

Murskesäilöntä kuuluu viljan tuoresäilöntämenetelmiin. Murskesäilöntä ja nurmisäilörehun valmistus perustuu samoihin periaatteisiin, eli hapettomuuteen ja happamuuteen. (Palva 2005a, 55.)

### 5.1 Viljan murskesäilöntä

Vilja, joka aiotaan murskesäilöä, voidaan viljellä samalla tavalla kuin kuivattavaksi tarkoitettu vilja. Viljan korjuussa on kuitenkin eroavaisuutta, sillä murskeeksi korjattava vilja puidaan aikaisemmin ja kosteampana kuin kuivattavaksi tarkoitettu vilja. (Murskeviljaopas maataloille n.d.) Tämän vuoksi voidaan viljellä myöhäisempiä sekä satoisampia lajikkeita (Turtiainen 2005, 35). Murskesäilöttävä vilja puidaan keltatuleentumisasteella, jolloin viljan kuiva-ainepitoisuus ja valkuais- ja energia-arvot ovat korkeita. Maitohappokäymisen takia viljan täytyy olla kosteaa. Viljan pintikosteus tulisikin olla 30–45 %, jos vilja on kuivempaa, voidaan litistuksen yhteydessä lisätä vettä. Tavoitteena kuitenkin on, että vilja puidaan niin kosteana, ettei vesilisäystä tarvita, koska lisätty vesi ei imeydy kunnolla litistettyyn viljaan. (Murskeviljaopas maataloille n.d.; Palva 2005a, 55.) On tärkeää, että viljan jyvät rikkoontuvat litistuksen aikana, koska kokonainen jyvä menee muuttumattomana lehmän ruuansulatuksen läpi, jolloin jyvän rehuarvo on mennyt hukkaan. (Jaakkola 2005, 60.)

Viljan tiivistymistä ja siten sen säilymistä parantaa viljan litistäminen. Viljan litistämistä varten tarvitaan siihen kehitetty valssimylly. (Palva 2005a, 56.) Myllyssä viljaan voidaan lisätä vettä ja säilöntäainetta pohjaruuville, jolloin ne sekoittuvat hyvin viljan sekaan (Murskeviljaopas maataloille n.d.). Murskesäilönnässä voidaan käyttää säilöntäaineena muurahaishappopohjaisia tai sokeripitoisia tuotteita, esimerkiksi heraa tai melassia. Markkinoilla on myös biologista säilöntäainetta. (Palva 2005a, 55; Vilomix n.d.) Murskesäilönnän onnistumisen kannalta on tärkeää, että viljan pH alennetaan noin 4:ään. Murskeviljaopas maataloille (n.d.) suosittelee käytettäväksi AIV-säilöntäainetta viljan kosteuden mukaan (Taulukko 4). Valkuaisrehuille käyttömäärää lisätään litralla.

Taulukko 4. AIV-säilöntäaineen määrä murskesäilöttävälle viljalle (Murskeviljaopas maataloille n.d.)

Viljan kosteus, %	Hapon määrä, l/tonni
35–45	3
30–35	4
25–30	5

### 5.2 Varastointi

Jotta maitohappobakteerit pystyvät toimimaan, on saatava hapettomat olosuhteet. Varaston tulee olla vankkaa tekoa, sen tulee kestää sadon tiivistystä ja painostusta. On tärkeää, että murske tiivistetään, peitetään ja painotetaan huolella. (Palva 2005a, 56; Manni 2007, 66.)

Varastona voidaan käyttää laakasiiloa, aumaa, salvasiiloa, ilmatiivistä tornia tai muovituubia (Murskeviljaopas maatiloille n.d.). Tyypillisimmin varastona käytetään laakasiiloa. Laakasiilon seinämät on hyvä vuorata muovilla ilmatiivyyden varmistamiseksi. Uutta laakasiiloa tehtäessä tulee ottaa huomioon murskeen kulutus. Laakasiilo tulisi mitoittaa niin, että avoimena pidettävä pinta etenee muutaman sentin päivässä pintapilaantumisen ehkäisemiseksi. Laakasiilo tulisi olla katettu ja sijoittaa varjoiseen paikkaan. Nämä auttavat pitämään lämpötilan siilossa viileämpänä kesäaikaan, jolloin lämpiäminen on suurempi riski. Jos murskesäilötty vilja varastoidaan tornisiiloon, tornin tulee olla emalipinnoitettu, sillä happamuus syövyttää sinkittyäkin metallia. (Palva 2005a, 56–57; Palva 2010, 48.)

Tuubisäilöntä on suoraviivainen ja edullinen säilöntämuoto. Vilja puidaan pellolla, tuodaan säilöntäpaikalle, litistetään ja säilötään samassa työvaiheessa. Tuubitus on vaivatonta, koska laite suorittaa säilönnän ja tuubia ei tarvitse enää painottaa eikä tiivistää. Tuubitus on edullista, koska ei tarvitse rakentaa varastotiloja. Tuubituksessa sääriski on pienempi kuin laakasiilosäilönnässä. Tuubitusta voi tehdä kaikissa sääoloissa ja sen voi keskeyttää ja jatkaa myöhemmin. (Murskeviljaopas maatiloille n.d.)

Muovituubin hyvä varastointipaikka on kovan alustan päällä, jotta säästytäisiin jyrsijöiden tuhoilta, sillä etenkin myyrät voivat tehdä vahinkoa. Myös linnut ja rusakot voivat aiheuttaa vahinkoja. Havaitut reiät tulee paikata välittömästi, jotta sisältö ei ala pilaantua. Lintuja vastaan voidaan peittää tuubi, mutta silloin peite antaa suojaa jyrsijöille, jotka voivat pesiä sinne ja aiheuttaa näin vahinkoja. (Palva 2010, 48.)

Varastotyyppistä riippumatta murskesäilönnässä tärkeää on huolellinen litistys, säilöntäaineen tasainen annostelu, tiivistäminen, peittäminen sekä painotus. Murskevilja pilaantuu herkästi, jos rehumassaan jää ilmaa, joten huolellinen tiivistäminen on tärkeää. Painotuksena voidaan käyttää mm. mäskiä, ohrarehua, lesettä tai muuta rehua. Olkipaalin kaltaisia painoja ei suositella käytettäväksi, koska ne tarjoavat jyrsijöille suojaa. (Murskeviljaopas maatiloille n.d.; Laitinen 2015, 43.)

### 5.3 Murskesäilönnän kustannukset

Isoimmat kustannukset murskesäilönnässä syntyy varastosta ja litistysmyllystä. Tilayhteistyöllä voidaan kuitenkin pienentää konekustannusta. Markkinoilla on tehokkaita traktorikäyttöisiä myllyjä, joten murskesäilöntä sopii suurten viljamäärien säilömiseen. Urakoitsijaa voidaan myös käyttää murskesäilönnässä. (Palva 2005b, 80.)

Murskesäilönnän kustannuksiin kuuluu oleellisesti myös säilöntäaineet. Yleisemmin murskeen säilönnässä käytetään happoja, joista esimerkiksi AIV Plus ja AIV Ässä käyvät murskeen säilömiseen. (Hankkija 2016)

Tilojen välillä voi olla suuriakin eroja varastokustannuksissa, koska vanhoja rakennuksia voidaan käyttää varastoina. Esimerkiksi vanha säilörehusiilo käy hyvin murskeen säilömiseen. Jos murskeelle tehdään uusi varasto, on se normaalisti laakasiilo. (Palva 2005b, 80.)

## 6 MURSKEEN KÄYTTÖ NAUTOJEN RUOKINNASSA

Vaikka murskevilja on korjattu aikaisemmin kuin puitu vilja, sen ravintoainepitoisuus vastaa täysin kuivattua viljaa. Jonkin verran tulee muutoksia ravintoainesisältöön johtuen normaalista käymisprosessista. Viljamurskeen käytössä on huomioitava, että sokeripitoisuus, tärkkelys, fytiinihapopofosfori, NDF-kuitu, E- vitamiini ja B- glukaani pitoisuudet ovat alhaiset. (Murskeviljaopas maataloille n.d.)

Palkoviljojen syöttö onnistuu paremmin murskeena kuin kuivattuna, koska kuivatun, kovan siemenen litistäminen tai jauhaminen voi olla haasteellista. Säilönnän ja ruokinnan kannalta hyviä seoksia ovat esimerkiksi kaura-herne tai härkäpapu-seosvilja. Valkuaisrehuseosviljelyssä raakavalkuaisen pitoisuus on hyvä olla 160 g/kg. (Ajosenpää ym. 2015, 59.)

Murskeviljaa annetaan enemmän tuorepainokiloina kuin kuivattua viljaa, johtuen pienemmästä kuiva-ainepitoisuudesta. Murskatun viljan oikean määrän laskemiseksi tulee sen kuiva-ainepitoisuus tarkistaa noin 1-2 viikon välein, koska murskeviljan kosteus voi vaihdella jonkin verran. Muutoin sitä voidaan käyttää samalla tavoin kuin kuivattua viljaa. (Murskeviljaopas maataloille n.d.) Ne luomukotieläintuottajista, jotka viljelevät seoskasvustona hernetä tai härkäpapua, murskaavat yleensä sadon ja käyttävät mursketta aperuokinnassa. Appeessa kostea murskevilja tasaa säilörehun kosteusvaihteluja, ja murskevilja on maittavampaa kuin kuivattu vilja. Viljelijän kannalta murskevilja on parempi kuin kuivattu vilja, koska murskevilja ei pölyä, ja näin se ei aiheuta allergioita. (Leskinen 2007, 20.)

Murskevilja ei sovi kuivaruokintajärjestelmiin kovinkaan hyvin, koska murskevilja on kosteaa ja voi aiheuttaa toimintahäiriöitä holvaantumalla. Tämän takia ruokintajärjestelmissä ei saa olla kartiomaisia rakenteita eikä paikkoja, jonne rehua voi jäädä pilaantumaan. (Palva 2010, 48)

## 7 HERNEEN JA HÄRKÄPAVUN VILJELY JA MURSKEÄILÖNTÄ MUSTIALASSA

Mustialassa viljeltiin vuonna 2015 hernetä ja härkäpapua nautojen rehuksi. Herne Rocket ja Kontu-härkäpapu viljeltiin valkuaisväkirehuksi, joka murskesäilöttiin. Lisäksi Fuego-härkäpavusta tehtiin säilörehua. Tässä työssä käsitellään herneen ja härkäpavun murskesäilöntää.

### 7.1 Härkäpavun viljely Mustialassa

Murskesäilöttävän härkäpavun lajikkeena oli Kontu, koska se on ainoa härkäpapulajike joka ehtii tuleentua puintikypsäksi Suomen oloissa. Viljeltävän lohko pinta-ala oli 3,36 hehtaaria. Maalaji lohkolle on runsasmulainen hietasavi. Lohko oli kynnetty syksyllä, koska esikasvina oli kumina.

Lohko tasausäestettiin ja kylvömuokattiin keväällä. Kylvö tehtiin 2.6.2015. Kylvösiemen määrä oli 220 kg/ha. Lannoitteena käytettiin YaraMila Pellon Y3 23-3-8, jota laitettiin 110kg/ha. Ennen kylvöä,

16.5.2015, pelto ruiskutettiin Roundup Goldilla (4 l/ha), koska pellolla oli edellisvuoden jäljiltä vielä paljon kuminaa. Muita kasvinsuojelutoimenpiteitä ei tehty, koska ei ollut ruiskutussäitä. Siinä vaiheessa kun sääolot olisivat sallineet ruiskutukset, oli härkäpapu jo nupulla. Tässä vaiheessa ruiskutusta ei enää voinut tehdä, koska se olisi voinut vaikuttaa satoon sitä vähentävästi. Varsinaista rikkakasviongelmia lohkoilla ei ollut, johtuen vahvasta härkäpapakasvustosta. Härkäpapu puitiin 8.10.2015 puintikosteuden ollessa 40 % kosteusmittarilla mitattuna. Virallisen kuiva-ainemäärityksen perusteella kosteus oli 52 %. Keskimääräinen sato oli noin 3 600 kg/ha. Härkäpapu murskattiin pellolla. Murskauksen yhteydessä laitettiin AIV 2 Plus- säilöntäainetta 5-6 l/tonni.

### 7.2 Kasvukauden aikaiset kokemukset härkäpavun viljelystä ja puinti

Härkäpavun viljely onnistui hyvin, ottaen huomioon kesän sääolot. Lakoontumisalueita ei ollut paljoakaan, ja esiintynyt lakoontuminen johtui erittäin kovasta hetkellisestä vesisateesta. (Kuva 1.) Kasvustossa esiintyi hieman suklaalaikkua, rikkakasveja ei esiintynyt juuri ollenkaan, johtuen tiheästä kasvustosta sekä ennen kylvöä tehdystä kasvinsuojelutoimenpiteestä. (Kuva 2.)



Kuva 1. Härkäpapu pysyi hyvin pystyssä. (Okkonen 2015)



Kuva 2. Suklaalaikku. (Okkonen 2015)

Puinti sujui hyvin, vaikka sääolosuhteet eivät olleet parhaat mahdolliset. (Kuva 3.) Aamulla oli hieman pakkasta, mistä johtui, että palonkuori oli nahkea, kun sen tulisi olla rapsakka. Tämän takia palonkuoria meni papujen mukana jyväsäiliöön ja tukki valssimyllyä. (Kuva 4.) Lisäksi lakoon-tuneista kohdista tuli kasvustoa puitujen papujen sekaan. Jotta roskaisuus ei olisi ollut niin suuri, säädettiin puimurista puhallusta isommalle. Härkäpavun kasvustosta tulleet osat muussantuivat puimurin sisälle, minkä takia puimurin peseminen oli työlästä.



Kuva 3. Härkäpavun puinti. (Okkonen 2015)





Kuva 4. Ensimmäinen yritys, tämän jälkeen säädettiin hieman puimuria. (Okkonen 2015)

Härkäpapakasvusto kerkesi hyvin tuleentumaan Mustialassa. Härkäpavusta saatiin hyvä sato, n. 3 600 kg/ha, kun sitä verrataan keskimääräiseen sätotasoon, joka oli n. 2 300 kg/ha. (Syysviljoista ennätysosat – rukiista omavaraiseksi 2015.) Lohkolta saatuun satoon voi vaikuttaa lohkon hyvä sijainti. Lohkoa ei varjostanut metsä, eikä siellä seisonut vesi. Lohkon maalaaji oli myös härkäpavulle juuri sopiva.

### 7.3 Herneen viljely Mustialassa

Mustialassa viljeltiin hernetä kahdella loholla. Lohkojen pinta-alat olivat 4,42 ha ja 6,81 ha. Maalajeina olivat pienemmällä loholla runsasmultainen karkeahieta ja suuremmalla 2,87 ha runsasmultaista hietasavea ja loput 3,94 hehtaaria oli multavaa hietamoreenia. Viljelyssä ollut hernelajike oli rehuherne Rocket.

Pienemmällä loholla esikasvina oli ohra ja oljet jäivät peltoon. Suuremmalla loholla esikasvina oli kevätvehnä. Herne kylvettiin suuremmalle lohkolle 18.5.2015 ja pienemmälle lohkolle 17.5.2015. Kylvösiemenmäärä oli 250 kg/ha. Lannoitteena käytettiin YaraMila NK 2 22-0-12, jota laitettiin 200 kg/ha. Kasvinsuojelutoimenpiteitä tehtiin kahdesti. Ensimmäinen ruiskutus tehtiin 11.5.2015 ennen kylvöä Roundup Goldilla (2,4 l/ha) ja toinen kylvön jälkeen 17.6.2015 pienemmällä loholla Fenixillä (1 l/ha) ja suuremmalla Basagran SG:llä (1,5 l/ha). Kasvinsuojelutoimenpiteitä tehtiin, koska loholla oli yleisiä rikkakasveja. Pienemmälle lohkolle laitettiin Fenixiä, koska lohko on pohjavesialueella.

Suurempi hernelohko puitiin 3.-5.10.2015, puintikosteuden ollessa 23–25 % kosteusmittarilla mitattuna. Keskimääräinen sato oli noin 2 300 kg/ha.

Pienempi hernelohko puitiin 10.10.2015, puintikosteuden ollessa 20 % kosteusmittarilla mitattuna. Keskimääräinen sato oli noin 2 300 kg/ha.

### 7.4 Kasvukauden aikaiset kokemukset herneen viljelystä ja puinti

Suuremmalla lohkolla oli suuria aukkoja itämisen jälkeen. Tämä johtui siitä, että pelto oli todella märkä koko kevään, eikä kylvettäessä saatu herneen siementä tarpeeksi syvälle maahan (Kuva 5.). Tämän takia taimettuminen oli heikkoa ja kasvusto oli epätasainen. Pienemmällä lohkolla herne lähti paremmin itämään, kasvustossa oli todella vähän rikkakasveja. Tämä johtui hyvin tehdyistä kasvinsuojelutoimenpiteistä.



Kuva 5. Märkiä kohtia, jossa herne ei itänyt kunnolla. (Okkonen 2015)

Suuremmalla lohkolla huonosti itäneet alueet eivät kunnolla lähteneet kasvuun. Näillä alueilla herne oli kitukasvuista ja keltaista ja niitä oli jonkin verran lohkolla. (Kuva 6.)





Kuva 6. Hernekasvusto oli kitukasvuista niissä kohdin, jotka olivat keväällä märkiä. (Okkonen 2015)

Herne lakoontui pahasti. Lakoontuminen alkoi heinä- ja elokuun vaihteessa. Aluksi näytti siltä, että hernekasvustot eivät lakoontuisi, koska herneen kärhet olivat hyvin kiinnittyneet vieressä kasvaviin herneisiin. Virallisten lajikekokeiden 2007–2014 mukaan Rocketin lakoprosentti on 58 %. Lakoprosentti kertoo keskimääräisestä lakoutumisasteesta. Täysin lakoontunut on 100 %. (Högnäsbacka ym. 2015,151). Kesän sääolot olivat todella haasteelliset, joten vahvavartinen hernekin olisi voinut lakoontua.

Herneen puinti oli hankalaa, koska herne oli pahasti laossa. Herneen alimpien palkojen pavut olivat paikoitellen alkaneet itämään. Hankalista olosuhteista johtuen satotappiot olivat suuret arviolta noin 25–30 %. Herneen varsi oli kostea ja sitkeä, minkä takia kasvusto alkoi liikkua puimurin edellä, eikä sitä saatu kunnolla leikkuupöydälle vaan puimurin eteen muodostui kasvustokasoja. (Kuva 7.) Puintikorkeus oli noin 5 cm. Tämän alemmaa ei voitu puida, koska silloin olisi hienojakoinen maa-aines alkanut liikkua puimurin edellä. Herneen optimaalinen puintiajankohta olisi ollut kaksi viikkoa aikaisemmin. Myöhästyminen johtui tilan muiden töiden viivästyttämisestä.



Kuva 7. Kasvusto rupesi liikkumaan puimurin edessä, mikä vaikeutti puintia. (Laine 2015)

Vaikka kesän sääolot olivat poikkeukselliset, Mustialassa saatiin hyvä hernesato. Mustialasta saatu satotaso oli noin 2 300 kg/ha. Ennakkolaskeelmien mukaan herneestä on saatu vuonna 2015 keskimäärin noin 2 100 kg/ha. (Syysviljoista ennätysadat – rukiista omavaraiseksi 2015.)

### 7.5 Herneen ja härkäpavun murskaus ja säilöntä laakasiiloon

Herne murskattiin navetan pihalla. Herneen murskauksessa oli ongelmana säätää valssimyllyn murskausvälystä riittävän pieneksi, jotta litistystulos oli kelvollinen. (Kuva 8.)



Kuva 8. Murskattua hernetä. (Laine 2015)

Herneen lehdykät ja palot hieman hidastivat papujen valumista suppilon turvaritilän läpi. Muuten ongelmia ei esiintynyt herneen litistyksessä. Herne ei muussaantunut ollenkaan, koska kyseisessä valssimyllyssä valssien pinta puhdistui itsestään. Hapon kalibroinnissa oli hieman hankaluuksia, koska vilja on paljon juoksevampaa kuin herne.

Härkäpapu murskattiin pellolla ja sen murskauksessa ilmeni hieman ongelmia. (Kuva 9.)



Kuva 9. Härkäpavu murskattiin pellolla, murske kuljetettiin peräkärryllä laakasiilille. (Okkonen 2015)

Härkäpavun palon kuoret tukkivat valssimyllyn turvaritilän, jolloin pavut eivät valuneet siitä läpi. Tämän takia ritilä jouduttiin ottamaan pois. Ritilän pois saamiseksi jouduttiin nostamaan kaatosuppiloa. (Kuva 10.) Tämän jälkeen härkäpavun murskauksessa ei ilmennyt ongelmia, ja härkäpavu murskaantui hyvin. (Kuva 11.)



Kuva 10. Avuksi otettiin kurottaja. (Okkonen 2015)





Kuva 11. Valmista härkäpapurmsketta. Seassa on hieman palonkuoria sekä muita kasvin osia. (Okkonen 2015)

Herne- ja härkäpapurmske säilöttiin samaan katettuun laakasiiloon. Siilon mitat ovat 10x5x3 metriä. Laakasiilon seinät vuorattiin muovilla, jotta saataisiin ilmatiiviit seinät. (Kuva 12.)



Kuva 12. Murskesäilöttävän herneen ja härkäpavun laakasiilon seinät vuorattiin muovilla. (Miettinen 2015)

Kun mursketta tuotiin siiloon, se tiivistettiin hyvin käyttäen traktoria ja kuormaajaa. Tämän jälkeen laitettiin vakuumimuovi ja seinää peittävä muovi taitettiin murskeen ylle. (Kuva 13.) Viimeiseksi laitettiin auma-muovi ja painot reunoille. Siilon etuosaan ajettiin soraa painoksi.



Kuva 13. Tiivistetyn murskeen päälle on laitettu vakuumimuovi ja sen päälle taitettiin seinillä ollut muovi. (Miettinen 2015)

## 7.6 Sadonkorjuussa käytetty kalusto

Sadonkorjuukalustona käytettiin puimuria, Sampo 3065, ja litistämisessä käytettiin Murska 700 HD, jonka kapasiteetti määrällä viljalla on 10 t/h ja kuivalla viljalla 8-20 t/h riippuen valssikuviosta. Herne- ja härkäpuseosviljoilla kapasiteetti voi olla huomattavasti pienempi. Tehovaatimus traktorille on 70–80 hv. (Murska n.d.)

Murskan 700 HD valssimyllyn valssien perussäätö on 0,3 mm, tätä piti väljentää herneelle ja härkäpavulle 0,9 mm. Kampisäätö oli täysin auki ja siementen valumista rajoitettiin säätämällä syöttölevy kohtaan 5, kun 0 on kiinni ja 8 on täysin auki.

Herneen ja härkäpavun kuljettamiseen käytettiin peräkärryä ja tiivistämiseen käytettiin traktoria sekä kuormainta.

## 8 MURSKEEN KÄYTTÖ LEHMIEN RUOKINNASSA

Herne- ja härkäpamursketta syötetään Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilán lehmille. Ruokintajärjestelmänä on Lely Vector, joka perustuu seosrehuruokintaan. Murske sopii hyvin tähän ruokintajärjestelmään. Murske otetaan traktorin etukuormaajalla ja viedään rehukeittiöön, josta Vectorin koura nostaa sen seosvaunuun ohjelmoidun reseptin mukaisesti.

### 8.1 Rehunäyte

Hernemurskeesta ja härkäpamurskeesta otettiin rehunäytteet. Härkäpavun näyte on otettu ennen kuin happo on siihen lisätty, herneen happolisäyksen jälkeen. Rehuanalyysit löytyvät työn lopusta liitteinä (Liite 1).

Taulukossa 5 on verrattu murskehernettä Luken rehutaulukosta saataviin tietoihin kuivatun herneen osalta. Murskeherneen koostumus ja rehuarvot ovat hyvät. Murskeherneen ja kuivatun herneen välillä ei ole suuria eroja. Huomattavin ero on kuiva-aineen sekä raakavalkuaisen määrässä.

Taulukko 5. Kuivatun ja murskatun herneen rehuarvoja (Luke rehutaulukot).

	Kuivattu herne	Murskeherne
Kuiva-aine	860 g/kg	772 g/kg
Raakavalkuainen	230 g/kg ka	221 g/kg ka
Kuitu (NDF)	130 g/kg ka	124 g/kg ka
ME	13,3 MJ/kg ka	13,3 MJ/kg ka
OIV	116 g/kg ka	113 g/kg ka
PVT	62 g/kg ka	57 g/kg ka

Taulukossa 6 on verrattu murskehärkäpapua Luken rehutaulukosta saataviin tietoihin kuivatun härkäpavun osalta. Murskehärkäpavun koostumus ja rehuarvot ovat hyvät. Kuivatun härkäpavun kuiva-ainepitoisuus on huomattavasti suurempi kuin murskatulla härkäpavulla. Raakavalkuaispitoisuuksissa on myös ero kuivatun ja murskatun härkäpavun välillä.

Taulukko 6. Kuivatun ja murskatun härkäpavun rehuarvoja. (Luke rehutaulukot.)

	Kuivattu härkäpapu	Murskehärkäpapu
Kuiva-aine	860 g/kg	569 g/kg
Raakavalkuainen	300 g/kg ka	270 g/kg ka
Kuitu (NDF)	160 g/kg ka	134 g/kg ka
ME	12,8 MJ/kg ka	13,2 MJ/kg ka
OIV	123 g/kg ka	121 g/kg ka
PVT	125 g/kg ka	98 g/kg ka

Jos verrataan murskattua hernettä ja härkäpapua rehuanalyysin perusteella keskenään, voidaan todeta, että niillä on sama energia-arvo. Murskeherneellä on suurempi kuiva-ainepitoisuus kuin murskehärkäpavulla. Murskehärkäpavussa on enemmän raakavalkuaista kilossa kuiva-ainetta kuin murskeherneessä. Tämä johtuu siitä, että härkäpapu on valkuaisrikkaampi kasvi verrattuna herneeseen.

## 8.2 Ruokintasuunnitelmat

Ruokintasuunnitelma on tehty Karjakompassi-ohjelmalla ProAgrian toimesta yhdessä Mustialan henkilöstön kanssa. Tässä tarkastellaan kahta erilaista ruokintasuunnitelmaa, joissa molemmissa perusrehuna on nurmisäilörehu sekä ohra-kaura-väkirehuseos. Ruokintasuunnitelmassa 1 on käytetty ainoastaan härkäpavusta tehtyä kokoviljasäilörehua ja rypsipuristetta. Ruokintasuunnitelmassa 2 on muuten käytetty samoja raaka-aineita kuin suunnitelmassa 1, mutta lisänä on vielä murskeherne ja murskehärkäpapu.

Appeen lisäksi lehmät saavat täysrehua lypsyrobotilta. Kummankin ruokintasuunnitelman väkirehuprosentti, eli kuinka suuri osuus väkirehulla on verrattuna karkearehuun, on 48–49 %.

Ruokinnan oikeellisuutta voidaan arvioida monella eri tapaa. Yksi tärkeimmistä kohteista on seurata, paljonko karjassa yksi lehmä lypsää keskimäärin. Ruokinnan onnistumista on hyvä seurata myös maidon pitoisuuksista, tärkeimpiä kohteita on rasva-, valkuais- ja ureapitoisuus. Jos pitoisuuksissa tapahtuu muutoksia, on syytä tarkistaa, johtuvatko ne mahdollisesti ruokinnasta ja tarvittaessa tulee tehdä muutoksia. On hyvä myös seurata lehmien kuntoluokkaa, etteivät lehmät liho tai laihtu liikaa.

#### 8.2.1 Ruokintasuunnitelma 1

Ruokintasuunnitelmassa 2 on mukana murskesäilötty herne sekä härkäpapu. Ruokintasuunnitelman mukaan mursketta annetaan 1,9 kg/eläin. Lisäksi lehmät saavat härkäpapusäilörehua 9,4 kg/eläin sekä rypsiä 1,9 kg/eläin. Tässä ruokintasuunnitelmassa on korvattu osa rypsistä hernehärkäpapumurskeella. Näin ei ostovalkuaista kulu niin paljoa ja saadaan säästöä rehukustannukseen.

Mursketta riittää tämän ruokintasuunnitelman mukaan 291 päivälle. Laskelmassa on otettu 5 % hävikkivara mukaan. Muita seosrehun komponentteja tarvittaisiin seuraavia määriä:

- Säilörehu 745 250 kg
- Fuego säilörehu 177 801kg
- Väkirehua ohra/kaura 81 335 kg
- Rypsiä 35 939 kg
- Lypsykivennäinen 1 892 kg

#### 8.2.2 Ruokintasuunnitelma 2

Ruokintasuunnitelmassa 1 annetaan härkäpapusäilörehua 9,5 kg/eläin ja rypsiä 2,6 kg/eläin. Tässä ruokintasuunnitelmassa ei ole mursketta, jolloin tarvittava täydennysvalkuainen tulee rypsistä sekä härkäpapusäilörehusta. Kun verrataan tätä ruokintasuunnitelmaa ruokintasuunnitelmaan 1, rypsiä kuluu huomattavasti enemmän. Tämä lisää rehukustannusta.

Vertailun tekemiseksi lasken, kuinka paljon tällä ruokinnalla kuluu rehuja samana ajanjaksona kuin mihin murskesäilötty herne ja härkäpapu riittävät, eli 291 päivän ajan.

- Säilörehu 756 600 kg
- Fuego säilörehu 179 693 kg
- Väkirehu kaura/ohra 100 250 kg
- Rypsi 49 179 kg
- Lypsykivennäinen 1 892 kgv

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Herneen viljely puhdaskasvustona on riskialtista, johtuen herneen lakoon-tumisherkkyydestä. Olisi varmempaa viljellä hennettä seoksena, jolloin seoksessa oleva kasvi tukisi hennettä. Jos seoksessa on käytetty viljaa, voi-daan sato korjata myös murskesäilönnällä.

Härkäpukasvustoon ei tehty kasvinsuojelutoimenpiteitä kasvukauden aikana, mistä minulle heräsi ajatus, voitaisiinko tiheään kasvuston avulla vähentää kasvinsuojelutoimenpiteiden tarvetta. Tosin, jos kasvusto on hy-vin tiheä, saattaa suklaalaikusta tulla ongelma.

Herne ja härkäpapu soveltuvat hyvin murskesäilöntään. Murskesäilöntä on hyvä vaihtoehto viljan tai palkoviljojen kuivaamiselle, etenkin, jos syksyn sääolot ovat viljan kuivaamisen kannalta haastavat. Murskesäilötty palko-vilja soveltuu hyvin nautojen ruokintaan. On kuitenkin otettava huomioon ruokintajärjestelmä, kuivaruokintajärjestelmässä saattaa ilmentyä ongel-mia rehun kosteuden takia. Seosrehuruokinnassa rehun kosteudesta ei ole haittaa, päinvastoin siitä on jopa hieman hyötyä.



## LÄHTEET

Ahvenjärvi, S., Jaakkola, S. & Vanhatalo, A. 2005. Herne lisää lehmien maitotulosta. Koetoiminta ja käytäntö. 62 (2). Viitattu 23.11.2015. Saatavilla Jukuri- tietokannassa

<https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/459145/mtt-kjak-v62n02s06.pdf?sequence=1>

Ajosenpää, H., Hiltunen, S., Hinkkanen, K., Nurkka, J., Terhemaa, P., Kotimäki, J.-A., Nykänen, A., Tuominen, P., Valtonen, O., Leskinen, U.-M. & Vihonen, E. 2015. Luonnonmukaisen rehuviljan ja valkuaiskasvien tuotannon hyvät toimintatavat. ProAgria hankejulkaisut 2. Viitattu 18.12.2015.

[https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/luomurehuviljan\\_ja\\_valkuaiskasvien\\_tuotanto\\_linkit.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/luomurehuviljan_ja_valkuaiskasvien_tuotanto_linkit.pdf)

Hankkija. 2016 Säilöntäaineet. Viitattu 5.2.2016.

[http://www.agrimarket.fi/Maatalous\\_ja\\_metsa/nurmen-ja-viljanviljelytarvikkeet/sailontaaineet/tr-hapot-2138](http://www.agrimarket.fi/Maatalous_ja_metsa/nurmen-ja-viljanviljelytarvikkeet/sailontaaineet/tr-hapot-2138)

Högnäsbacka, M., Jauhiainen, L., Kujala, M., Laine, A., Nikander, H. & Niskanen, M. 2015. Virallisten lajikekokeiden tulokset. Viitattu 23.11.2015.

[http://www.luke.fi/wp-content/uploads/3\\_2015\\_Virallisten\\_lajikekokeiden\\_tulokset\\_2007-2014.pdf](http://www.luke.fi/wp-content/uploads/3_2015_Virallisten_lajikekokeiden_tulokset_2007-2014.pdf)

Jaakkola, S. 2005. Tuoresäilötyn viljan ruokinnallinen arvo naudoilla. Teoksessa Kirkkari, A.-M., Palva, R. & Teräväinen H. Viljasadon käsittely ja käyttö. Tieto tuottamaan 108, ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otava Kirjapaino Oy, 59-60.

Jaakkola, S. 2007. Herneen käyttö ruokinnassa. Teoksessa Ketola, T., Koskimies, H., Käki, R., Leskinen, U.-M., Partanen, E. & Peltomäki, A. Luomutilan valkuaisopas. Uusimaa: Kirjapaino Uusimaa, 30.

Kaukovirta-Norja, A., Leinonen, A., Morkkila, M., Niemi, J. & Wessberg, N. 2015. Tiekartta Suomen proteiiniomavaraisuuden parantamiseksi. Teoksessa Morkkila, M. (toim.) Viitattu 25.11.2015.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/visions/2015/V6.pdf>

KM:n työryhmä. 2015. Erikoiskasvien viljelyalat on vähentynyt. Käytännön Maamies. 64 (6), 6-11.

Kuoppala, K. 2013. Kotimaiset valkuaiskasvit lypsylehmien rehuna. Viitattu 27.11.2015.

[http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/02/KaisaKuoppala\\_-2013.pdf](http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/02/KaisaKuoppala_-2013.pdf)

Kuoppala, K. 2015. Palkoviljat- Kestävää rehu tuotantoa ja ruokintaa palkoviljoja käyttäen. Viitattu 24.1.2016.

<http://blog.hamk.fi/palkoviljat-kestavaa-rehuntuotantoa-ja-ruokintaa-palkoviljoja-kayttaen/>

Käki, R. 2007. Herne luomuviljelyssä. Teoksessa Ketola, T., Koskimies, H., Käki, R., Leskinen, U-M., Partanen, E. & Peltomäki, A. Luomutilan valkuaisopas. Uusimaa: Kirjapaino Uusimaa, 5-7.

Laine, A. 2014a. Herne. Teoksessa Harmoinen, T., Laine, A.(toim.) Peltokasvilajikkeet 2014. Tieto tuottamaan 139, ProAgria Keskusten Liitto. Porvoo: Bookwell Oy, 49-52.

Laine, A. 2014b. Härkäpapu. Teoksessa Harmoinen, T., Laine, A. (toim.) Peltokasvilajikkeet 2014. Tieto tuottamaan 139, ProAgria Keskusten Liitto. Porvoo: Bookwell Oy, 53-54.

Laitinen, H. 2015. Homeinen rehu aflatoksiinin lähde. Maito ja Me. 27 (4), 43.

Lassilla, A. 2007. Härkäpapu luomuviljelyssä. Teoksessa Ketola, T., Koskimies, H., Käki, R., Leskinen, U-M., Partanen, E. & Peltomäki, A. Luomutilan valkuaisopas. Uusimaa: Kirjapaino Uusimaa, 16-18.

Leskinen, U-M. 2007. Seosvilja säilyy hyvin murskeena. Teoksessa Ketola, T., Koskimies, H., Käki, R., Leskinen, U-M., Partanen, E. & Peltomäki, A. Luomutilan valkuaisopas. Uusimaa: Kirjapaino Uusimaa, 20.

Luke rehutaulukot 2015. Viitattu 4.11.2015.

<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot>

Luke. 2015. Tiedote. Syysviljoista ennätys sadot rukiista omavaraiseksi. Viitattu 2.12.2015.

<http://www.luke.fi/tiedote/syysviljoista-ennatys-sadot-rukiista-omavaraiseksi/>

Manni, K. 2007. Rehut. Teoksessa Alasuutari, S., Rautala, H. Lypsylehmän ruokinta ja hoito. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 50-66.

Murska. Viitattu 25.11.2015.

<http://www.murska.fi/700>

Murskeviljaopas maataloille. n.d. Kemira.

[http://www.murska.fi/esitteet/Kemira\\_Murskeviljaesite\\_nettiC.pdf](http://www.murska.fi/esitteet/Kemira_Murskeviljaesite_nettiC.pdf)

Nousiainen, J. & Rinne, M. 2011. Lypsylehmä. Teoksessa Aaltonen, R., Peltonen, S. (toim.) Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 134, ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy, 65.

Nykänen, A. & Stoddard, F. 2011. Lajivalinta. Teoksessa Aaltonen, R., Peltonen, S. (toim.) Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 134, ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy, 36-37

Palva, R. 2005a. Tuoresäilöntämenetelmät. Teoksessa Kirkkari, A-M., Palva, R. & Teräväinen H. Viljasadon käsittely ja käyttö. Tieto tuottamaan 108, ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otava Kirjapaino Oy, 55-59.

Palva, R. 2005b. Tuoresäilönnän kustannukset. Teoksessa Kirkkari, A-M., Palva, R. & Teräväinen H. Viljasadon käsittely ja käyttö. Tieto tuottamaan 108, ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otava Kirjapaino Oy, 80-81.

Palva, R. 2010. Vaihtoehtona viljan tuoresäilöntä. Teoksessa Harmoinen, T., Kyntäjä, J. & Nokka, S. Lypsylehmän ruokinta. Tieto tuottamaan 133, ProAgria Keskusten Liitto. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy, 48-49.

Peltonen, S. 2011. Valkuaiskasvit viljelykierrossa. Teoksessa Aaltonen, R., Peltonen, S. Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 134, ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy, 23-25.

Peltonen-Sainio, P. 2013. Kotimaisen valkuaisomavaraisuuden parantaminen globaalimuutosten paineessa. Loppuraportti.

Puumala, L. 2007. Luomunaudan ruokinta. Teoksessa Ketola, T., Koskimies, H., Käki, R., Leskinen, U-M., Partanen, E. & Peltomäki, A. Luomutilan valkuaisopas. Uusimaa: Kirjapaino Uusimaa, 32-33.

Rinne, M. 2013. Palkokasveja kokoviljasäilörehuihin. Viitattu 22.11.2015. [http://luomu.fi/tietopankki/wpcontent/uploads/2013/02/Rinne\\_M\\_Palkokasveja\\_kokoviljasailorehuihin\\_21022013.pdf](http://luomu.fi/tietopankki/wpcontent/uploads/2013/02/Rinne_M_Palkokasveja_kokoviljasailorehuihin_21022013.pdf)

Rinne, M. 2014. Valkuaiskasveja monipuolisesti hyödyntäen omavaraisempaan rehutuotantoon. Edistystystä luomutuotantoon hanke. Viitattu 22.11.2015. <http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485196/Valkuaisomavaraisuus.pdf?sequence=1>

Saastamoinen, M. 2011. Rehuksi tarkoitetun kuivaherneen viljelyohjeet. Satafood kehittämissyhistys ry. Viitattu 25.11.2015. <http://www.satafood.net/uploads/tiedostot/hankkeet/201%20alituotantokasvit/Herneen%20viljelyohjeet%202011.pdf>

Seppänen, M., Stoddar, F. & Yli-Halla, M. 2008. Palkoviljat. Teoksessa Seppänen, M. (toim.) Peltokasvien tuotanto. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy, 66-74.

Stoddar, F. 2011. Viljelytekniikka. Teoksessa Aaltonen, R., Peltonen, S. (toim.) Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 134, ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy, 40-45.

Turtiainen, M. 2005. Happosäilönnät sopivat rehuviljalle. Käytännön Maamies. 54 (11), 35-37.

Vilomix. Silomix-tuotteet. Viitattu 20.11.2015. <http://www.vilomix.fi/>

## REHUNÄYTE

## Rehunäyte

## HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU OY

Näytteenottopvm: 03.11.2015

Rehu:

Vilja (palkokasvi-  
viljaseos)Säilöntäaine: *Ennen laajan lisäystä*

Säilötyyppi:

Näytetunniste: härkäpavu murske

Näytenumero:

83115030757

Lisätiedot &gt;&gt;

Sato:

Analyysi

Tulos

Yksikkö

Tavoite

**Koostumus** SJ >

Kuiva-aine

569

g/kg

Raakavalkuainen

270

g/kg ka

Kuitu (NDF)

134

g/kg ka

**Rehuarvot** SJ >

ME (energia-arvo)

13,2

MJ/kg ka

Ry=ME/11,7 ry/kg ka

OIV

121

g/kg ka

PVT

98

g/kg ka

## Rehunäyte

## HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU OY

Näytteenottopvm: 03.11.2015

Rehu:

Vilja (palkokasvi-  
viljaseos)

Säilöntäaine: AIV 2 Plus

Säilötyyppi:

laakasiilo

Näytetunniste: *hernehärkäpavu*

Näytenumero:

83115030744

Lisätiedot &gt;&gt;

Sato:

Analyysi

Tulos

Yksikkö

Tavoite

**Koostumus** SJ >

Kuiva-aine

772

g/kg

Raakavalkuainen

221

g/kg ka

Kuitu (NDF)

124

g/kg ka

**Rehuarvot** SJ >

ME (energia-arvo)

13,3

MJ/kg ka

Ry=ME/11,7 ry/kg ka

OIV

113

g/kg ka

PVT

57

g/kg ka

## RUOKINTASUUNNITELMA 1

PRO

Agria

KarjaKompassi

Ruokinnansuunnittelu

Karjatunnus 702576  
Omistaja Hämeen ammattikorkeakoulu oy  
Laskelma HäPaLS 10kg+he/häp AK3  
Valitut eläinryhmät Lehmät  
Optimointiperuste Maitotuotto - rehukustannus, €/lehmä/pv

Laskentajakso 09.11.2015 - 31.05.2016  
Lähtötiedot Tuotosseuranta

Muokatun ruokintataulun rehumäärät perustuvat optimoituun tulokseen, mutta voivat olla käyttäjän muokkaamia.

Muokattu ruokintataulu

Osajakso 09.11.2015 - 31.05.2016

Lehmät

		Maitotuotos kg/pv								
	Yks.	51 kg	45 kg	39 kg	33 kg	27 kg	21 kg	15 kg	Tunn.	
Heinä	kg									
Ape HäPaLS 10kg+he/häp 4-12-15	kg	85	77	68	60	51	43	34	26	
Auto-Krossi 3	kg	6,0	5,4	4,8	4,2	3,6	2,4	2,0	3,0	
Ruokasuola (natriumkloridi)	g	8	7	6	5	5	4	3	4	

Dieetin koostumus

		Maitotuotos kg/pv								
	Yks.	51 kg	45 kg	39 kg	33 kg	27 kg	21 kg	15 kg	Tunn.	
ka-syönti	kg ka	31,86	28,67	25,49	22,30	19,11	15,40	12,39	10,62	
ME (Korjattu)	MJ/kg ka	10,5	10,5	10,6	10,7	10,9	11,1	11,4	11,8	
OIV	g/kg ka	99	99	99	99	99	98	98	101	
RV	g/kg ka	173	173	173	173	173	171	172	176	
Tärbkelys	g/kg ka	183	183	183	183	183	179	180	193	
Karkearehun kuitu	g/kg ka	280	280	280	280	280	290	288	252	
VR-%	%	48,48	48,48	48,48	48,48	48,48	46,73	47,03	53,55	
Väkirehut	kg/maito kg	0,36	0,36	0,37	0,38	0,40	0,40	0,46		

Optimoitu ruokinta

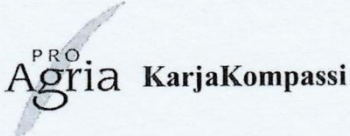
Osajakso 09.11.2015 - 31.05.2016

Lehmät

	Yks.	31 kg
Heinä	kg	
Ape HäPaLS 10kg+he/häp 4-12-15	kg	57
Auto-Krossi 3	kg	4,0
Ruokasuola (natriumkloridi)	g	5



## RUOKINTASUUNNITELMA 1



**Ruokinnansuunnittelu**

**Karjatunnus** 702576

**Omistaja** Hämeen ammattikorkeakoulu oy

**Laskelma** HäPaLS 10kg+hc/häp AK3

**Valitut eläinryhmät** Lehmät

**Optimointiperuste** Maitotuotto - rehukustannus, €/lehmä/pv

**Laskentajakso** 09.11.2015 - 31.05.2016

**Lähtötiedot** Tuotosseuranta


**Optimointirajat**

**Optimoinnin ravintoainerajat**
**Osajakso 09.11.2015 - 31.05.2016**

		Lehmät		
		Lehmät		
	Yksikkö	Min.	Opt.	Maks.
ME (k)	MJ/kg ka	0,0	10,8	
ME maidontuotantoon (k)	MJ/ekm kg	4,7	5,1	5,7
Väkirehun osuus		0,00	0,48	0,60
rv	g/kg ka	0	173	
OIV	g/kg ka	0	99	
OIV maidontuotantoon	g/valkuais g	1,30	1,45	1,60
PVT	g/kg ka	0	30	50
rr	g/kg ka	0	42	70
Karkearehun kuitu	g/kg ka	280*	280	
tärk	g/kg ka	0	183	220
ssh	g/kg ka	0	323	400
Ca	g/kg ka	5,50	5,53	
P	g/kg ka	3,50	4,60	
Mg	g/kg ka	2,00	2,65	
Na	g/kg ka	1,60	1,60	

\* = käyttäjän muuttama/antama arvo.

RUOKINTASUUNNITELMA 1



**KarjaKompassi**

**Ruokinnansuunnittelu**

Karjatunnus	702576	Laskentajakso	09.11.2015 - 31.05.2016
Omistaja	Hämeen ammattikorkeakoulu oy	Lähtötiedot	Tuotosseuranta
Laskelma	HäPaLS 10kg+he/häp AK3		
Valitut eläinryhmät	Lehmät		
Optimointiperuste	Maitotuotto - rehukustannus, €/lehmä/pv		

Seosrehuresepti		80043 Ape HäPaLS 10kg+he/häp 4-12-15	
Eräkoko: Eläinmäärä, kpl	100		
	Sum kg	kg	kg/eläin
<b>LS kev 3-11-15</b>	<b>3 938</b>	3 938	39,4
<b>LS Härkäpapu Fuego 18-11-15</b>	<b>4 874</b>	936	9,4
<b>Herne/Härkäpapu 3-11-15</b>	<b>5 061</b>	187	1,9
<b>Ohra/kaura 50/50 23-11-15</b>	<b>5 495</b>	434	4,3
<b>Farm Rypsi Mixer</b>	<b>5 683</b>	187	1,9
<b>Lypsykivennäinen</b>	<b>5 694</b>	11	0,1

## RUOKINTASUUNNITELMA 2

		Ruokinnansuunnittelu	
Karjatunnus	702576	Laskentajakso	09.11.2015 - 31.05.2016
Omistaja	Hämeen ammattikorkeakoulu oy	Lähtötiedot	Tuotosseuranta
Laskelma	Ape HäPaLS 10kg AutoKrossi 3		
Valitut eläinryhmät	Lehmät		
Optimointiperuste	Maitotuotto - rehukustannus, €/lehmä/pv		

Muokattun ruokintataulun rehumäärät perustuvat optimoituun tulokseen, mutta voivat olla käyttäjän muokkaamia.

## Muokattu ruokintataulu

Osajakso 09.11.2015 - 31.05.2016

Lehmät

	Yks.	Maitotuotos kg/pv							Tunn.
		51 kg	45 kg	39 kg	33 kg	27 kg	21 kg	15 kg	
Ape HäPaLS 10kg AK3 4-12-15	kg	86	77	69	60	52	43	34	26
Auto-Krossi 3	kg	6,0	5,4	4,8	4,2	3,6	2,4	2,0	2,9
Lypsykivennäinen	g	109	98	87	76	65	54	43	53
Umpikivennäinen	g	11	10	9	8	7	6	5	6

## Dieetin koostumus

	Yks.	Maitotuotos kg/pv							Tunn.
		51 kg	45 kg	39 kg	33 kg	27 kg	21 kg	15 kg	
ka-syönti	kg ka	32,04	28,84	25,64	22,43	19,23	15,50	12,47	10,68
ME (Korjattu)	MJ/kg ka	10,4	10,4	10,5	10,7	10,8	11,0	11,4	11,7
OIV	g/kg ka	100	100	100	100	100	99	99	101
RV	g/kg ka	173	173	173	173	173	172	172	176
Tärkkelys	g/kg ka	162	162	162	162	162	158	159	174
Karkearehun kuitu	g/kg ka	277	276	276	276	276	286	284	250
VR-%	%	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	47,27	47,57	53,83
Väkirehut	kg/maito kg	0,35	0,36	0,36	0,38	0,40	0,39	0,45	

## Optimoitu ruokinta

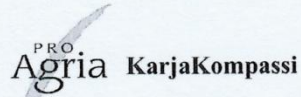
Osajakso 09.11.2015 - 31.05.2016

Lehmät

	Yks.	31 kg
Ape HäPaLS 10kg AK3 4-12-15	kg	57
Auto-Krossi 3	kg	4,0
Lypsykivennäinen	g	72
Umpikivennäinen	g	8



## RUOKINTASUUNNITELMA 2



## Ruokinnansuunnittelu

**Karjatunnus** 702576  
**Omistaja** Hämeen ammattikorkeakoulu oy  
**Laskelma** Ape HäPaLS 10kg AutoKrossi 3  
**Valitut eläinryhmät** Lehmät  
**Optimointiperuste** Maitotuotto - rehukustannus, €/lehmä/pv

**Laskentajakso** 09.11.2015 - 31.05.2016  
**Lähtötiedot** Tuotosseuranta

## Optimointirajat


## Optimoinnin ravintoainerajat

Osajakso 09.11.2015 - 31.05.2016

		Lehmät		
		Lehmät		
	Yksikkö	Min.	Opt.	Maks.
ME (k)	MJ/kg ka	0,0	10,7	
ME maidontuotantoon (k)	MJ/ekm kg	4,7	5,1	5,7
Väkirehun osuus		0,00	0,49	0,60
rv	g/kg ka	0	173	
OIV	g/kg ka	0	100	
OIV maidontuotantoon	g/valkuais g	1,30	1,48	1,60
PVT	g/kg ka	0	30	50
rr	g/kg ka	0	42	70
Karkearehun kuitu	g/kg ka	270*	276	
tärk	g/kg ka	0	162	220
sshh	g/kg ka	0	312	400
Ca	g/kg ka	5,50	6,29	
P	g/kg ka	3,50	4,91	
Mg	g/kg ka	2,00	3,01	
Na	g/kg ka	1,60	1,82	

\* = käyttäjän muuttama/antama arvo.

RUOKINTASUUNNITELMA 2


**KarjaKompassi**

**Ruokinnansuunnittelu**

Karjatunnus	702576	Laskentajakso	09.11.2015 - 31.05.2016
Omistaja	Hämeen ammattikorkeakoulu oy	Lähtötiedot	Tuotosseuranta
Laskelma	Ape HäPaLS 10kg AutoKrossi 3		
Valitut eläinryhmät	Lehmät		
Optimointiperuste	Maitotuotto - rehukustannus, €/lehmä/pv		

Seosrehuresepti		80040 Ape HäPaLS 10kg AK3 4-12-15	
Eräkoko: Eläinmäärä, kpl	100		
	Sum kg	kg	kg/eläin
LS kev 3-11-15	4 003	4 003	40,0
LS Härkäpapu Fuego 18-11-15	4 949	946	9,5
Ohra/kaura 50/50 23-11-15	5 482	533	5,3
Farm Rypsi Mixer	5 737	256	2,6
Lypsykivennäinen	5 747	10	0,1